

Inspección por Rayos X en la Producción de Alimentos

Requisitos, tecnología y recomendaciones de uso



X-Ray

BRC

HACCP

X-ray inspection systems

X-ray energy

IFS

Atomic mass

Detector

Grey value

Generator

Focal spot

GFSI

Scintillator

academy
by Minebea Intec

- Componentes claves en inspección por Rayos X
- Factores determinantes en la detección
- Mantenimiento y reparación de detectores de cuerpos extraños
- Clasificación manual y mecanismos de rechazo automáticos

Contenido

1. Introducción a la inspección por Rayos X	3	4. Mantenimiento y reparación de un equipo de Rayos X	13
2. Inspección por Rayos X	3	4.1 Mantenimiento de Rayos X	13
2.1 Componentes principales en la inspección de Rayos X	3	4.2 Repuestos recomendados	13
2.2 Configuración del generador	3	5. Sistemas de rechazo en un equipo de Rayos X	13
2.2.1 Punto focal	4	5.1 Clasificación manual de productos contaminados con paro de cinta y alarma	14
2.3 Configuración del sensor	4	5.2 Sistemas de rechazo automático	14
2.3.1 Resolución del sensor	5	5.2.1 Pistón rechazador	14
2.4 Software de procesado de la imagen	5	5.2.2 Brazo desviador	14
2.4.1 Análisis de imagen de umbral	6	5.2.3 Flip/flap o trampilla	15
2.4.2 Análisis de imagen de Rayos X	6	5.2.4 Cinta retráctil	15
3. Factores que influyen en la detección por Rayos X	7	5.2.5 Rechazos para productos a granel/tubería	15
3.1 Sensibilidad de detección en la industria alimentaria	7	5.2.6 Sistemas de rechazo multilínea	15
3.2 Dimensión y densidad del producto	9		
3.3 Masa atómica	9		
3.4 Homogeneidad del producto	9		
3.5 Diferente ángulo de visión para una óptima detección	9		
3.5.1 Inspección horizontal del producto	10		
3.5.2 Inspección vertical – Un solo haz	10		
3.5.3 Inspección vertical-Doble haz	11		
3.6 Orientación de los cuerpos extraños	12		
3.7 Posición de los cuerpos extraños	12		
3.7.1 Cuerpos extraños sobre el producto	12		



1. Introducción a la inspección por Rayos X

Desde que Wilhelm Conrad Röntgen descubrió los "rayos invisibles" el 8 de noviembre de 1895, el diagnóstico por rayos X se ha convertido en una práctica establecida en muchos campos. En la actualidad, los rayos X no solo se utilizan con fines médicos, sino que también respaldan a la industria alimentaria en sus objetivos de garantizar la calidad y la seguridad de los alimentos.

La tecnología de rayos X ofrece un método de confianza en la inspección de alimentos. Se usa para detectar cuerpos extraños físicos o examinar la estructura interna de los alimentos. Como componente del concepto HACCP (análisis de riesgos y puntos críticos de control), ayuda a cumplir con los crecientes requisitos de los consumidores y los organismos reguladores.

Se puede usar un sistema de inspección por rayos X para identificar una cantidad de cuerpos físicos extraños tales como metales, vidrio, caucho, piedras e incluso ciertos tipos de plásticos. El

proceso de generar una imagen de rayos X no deja rastros en el producto. Por esta razón, este método es preferido para su uso con productos terminados envasados, especialmente productos en botellas, latas, vasos, tarrinas y bolsas.

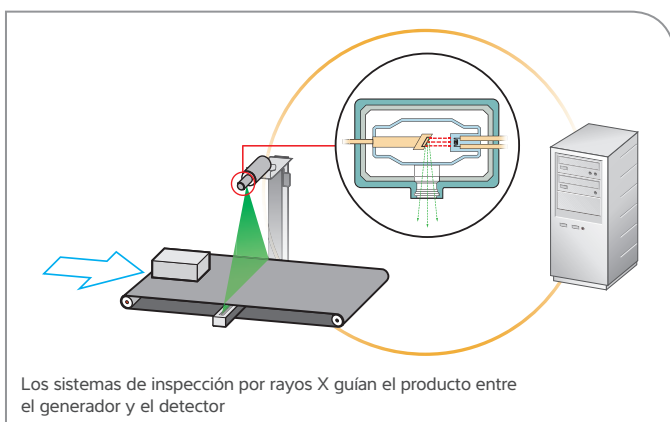
Los sistemas de inspección por rayos X han sido más potentes, efectivos y fáciles de usar en los últimos años. Algunos sistemas no solo detectan cuerpos extraños, sino que también verifican el peso, la cantidad de ingredientes del producto, los niveles de llenado o la integridad del empaque sellado. Gracias al progreso tecnológico, los modernos sistemas de inspección por rayos X ayudan a reducir los costos de producción.

Este documento se centra en la detección de cuerpos extraños y defectos físicos mediante rayos X y proporciona una idea de la tecnología detrás de este método.

2. Inspección por Rayos X

2.1 Componentes principales en la inspección de Rayos X

Un sistema de inspección por rayos X consta de los tres componentes principales: el generador, el detector y el procesador de imágenes, y los sistemas mecánicos y de transporte. Están disponibles configuraciones de hardware especiales para diferentes áreas de aplicación, que pueden ser usadas en una amplia gama de aplicaciones.

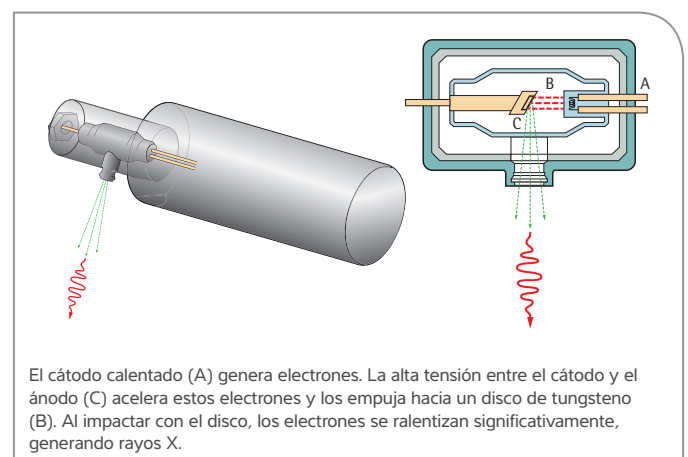


2.2 Configuración del generador

Los tubos de rayos X modernos en su forma más simple constan de los siguientes componentes:

- Recubrimiento de cristal
- Cátodo
- Ánodo
- Disco de Tungsteno

Todos los componentes están dentro de un vidrio sellado al vacío como en una carcasa de cerámica. El cátodo sirve como fuente de electrones y consiste en un filamento de tungsteno que brilla cuando la corriente eléctrica pasa a través de él.



Aplicando un alto voltaje (kV) entre el ánodo de cobre y el cátodo calentado se aceleran los electrones y los empuja hacia el disco de tungsteno. En este punto, la corriente de electrones se conoce como corriente de tubo de rayos X (mA). Cuando los electrones colisionan con el disco de tungsteno, se ralentizan significativamente. Esta desaceleración causa la emisión de rayos X. En un generador de rayos X, el tubo está blindado con plomo o cobre. Los rayos X generados se emiten desde el generador a través de una pequeña abertura (ver ondas rojas en la figura).

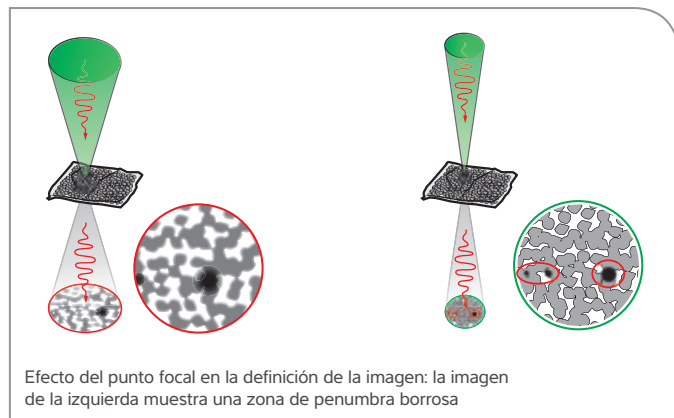
La generación de rayos X libera calor y hace que sea necesario enfriar el generador. Por esta razón, el generador de rayos X a menudo se coloca en una carcasa llena de un refrigerante como aceite. La disipación de calor suele compensarse con el uso de ventiladores de refrigeración. El equipo requerido para la refrigeración depende de la potencia del generador y de la temperatura ambiente:

Como regla general, se aplica lo siguiente:

- Para detectores de rayos X de 65 W a 100 W, es suficiente usar ventiladores para hacer circular el aire caliente.
- Para dispositivos de 100 W a 320 W, se deben usar unidades de aire acondicionado
- Para detectores de alto rendimiento con 1000 W y más, se requiere un circuito cerrado de agua refrigerado.

2.2.1 Punto focal

La dimensión de la fuente de rayos X ("punto focal") está determinada por el tamaño del haz de electrones. Puede afectar el resultado de detección. Si el cuerpo extraño se irradia con una fuente de luz amplia, el resultado es una transición "borrosa" entre la sombra del núcleo y las áreas claras. Esta transición se llama penumbra (ver figura). Una pequeña fuente de rayos X, a modo de comparación, conduce a una sombra de bordes definidos y, por lo tanto, a una definición de imagen más nítida.

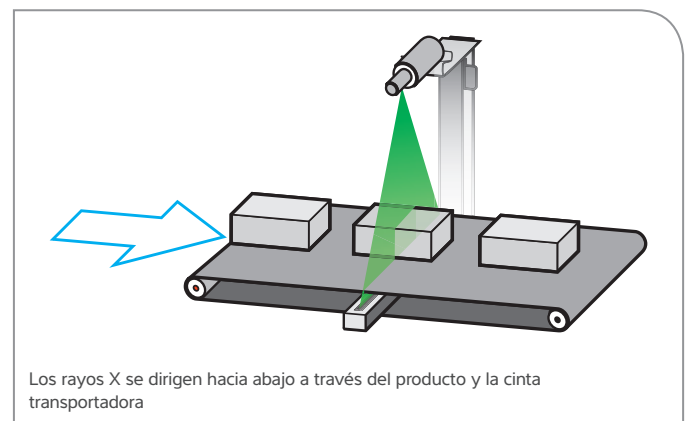


2.3 Configuración del sensor

Un detector es similar a un sensor óptico, excepto que consiste en una disposición lineal de fotodiodos porque los rayos X no se enfocan con una lente.

El área de detección de rayos X consiste en un material centelleante (scintillator) que puede convertir los rayos X invisibles en luz visible. Esta área se encuentra debajo de una pequeña ventana en la parte superior del detector. Dado que el generador de rayos X se encuentra normalmente en la parte superior de la carcasa, la inspección se dirige hacia abajo a través del producto y la cinta transportadora antes de que llegue al detector.

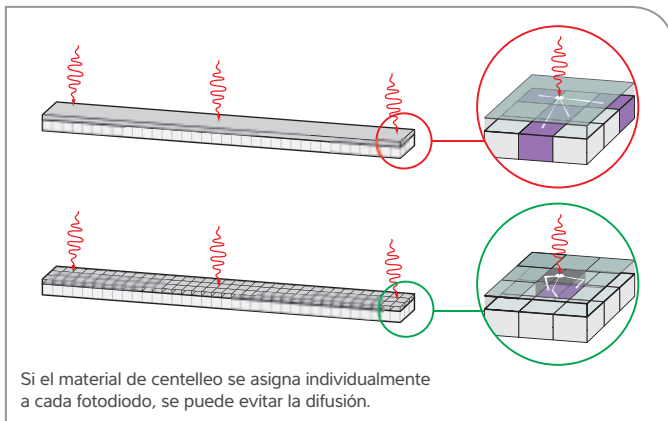
El haz tiene aproximadamente 2 mm de ancho y se extiende en una forma triangular en la dirección del transporte. La ventana cubre todo el ancho de la cinta transportadora.



Se aplica la siguiente regla: cuantos más rayos X lleguen al sensor, más brillante es la imagen. Esto significa que la potencia de salida del sensor es proporcional a la cantidad de radiación X que recibe.

Los fotodiodos se encuentran a una distancia pareja y convierten la luz en una señal eléctrica. Esta señal se envía al ordenador del sistema de inspección de rayos X como un valor gris. El tamaño y la distancia de los fotodiodos de unos a otros determinan la resolución del sensor. Se recomiendan resoluciones entre 0.4 mm y 0.8 mm para inspeccionar los alimentos.

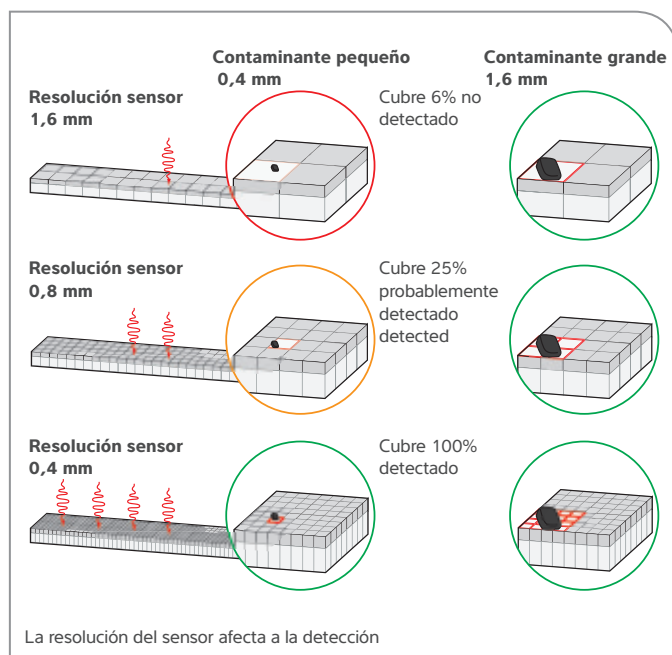
Con detectores de alta calidad, el material de centelleo no se aplica sobre todo el detector como una capa; en su lugar, cada diodo foto individual se asigna de forma individual. Este enfoque evita la difusión del haz de rayos X dentro del detector, lo que aumenta el contraste de los diodos individuales.



2.3.1 Resolución del sensor

El software de procesamiento de imágenes del sistema de inspección de rayos X registra el valor gris de cada diodo fotoeléctrico. Cuanto mayor sea un cuerpo extraño y cubra más de un fotodiodo y cuanto mayor sea su densidad, más oscuro será el valor de gris transmitido por el fotodiodo en cuestión.

La siguiente figura muestra el efecto de las diferentes resoluciones del detector sobre la probabilidad de detectar un cuerpo extraño idéntico.



Con una sensibilidad de detección de 0,4 mm, el cuerpo extraño que se muestra puede, según su posición, cubrir el 100% del fotodiodo. Si se utiliza un sensor con una sensibilidad de detección de 1,6 mm en las mismas condiciones, el mismo cuerpo extraño ahora solo cubre el 6%, reduciendo su influencia sobre el valor de gris. Como resultado, el valor de gris para este diodo no estaría suficientemente diferenciado y el cuerpo extraño pasaría desapercibido.

as resoluciones disponibles en el mercado para detectores estándar están entre 0.1 mm y 1.6 mm. La selección de resoluciones lleva a la suposición de que una menor resolución del detector conduce a una mejor sensibilidad de detección. Esta hipótesis solo se puede confirmar en parte: si se compara un detector de 0,4 mm con un detector de 0,1 mm, este último tiene un área que es cuatro veces más pequeña pero necesita cuatro veces la energía de rayos X para generar una imagen de calidad comparable.

Si se usa la misma cantidad de energía en ambos casos, la calidad comparable solo se puede lograr con un rendimiento significativamente reducido. En la práctica, por lo tanto, se usan las resoluciones del detector de 0.4 mm a 0.8 mm.

2.4 Software de procesamiento de la imagen

Un sistema de inspección de rayos X funciona de manera similar a un escáner de oficina. A medida que el producto pasa los rayos X a una velocidad constante, se genera una nueva línea de datos de imagen para cada movimiento del producto (cada 0,8 mm, por ejemplo). Tan pronto como la imagen se captura por completo, se genera una imagen en escala de grises del producto en la computadora, que luego se analiza utilizando algoritmos de inspección especiales y se examinan en busca de cuerpos extraños. Si se detecta un cuerpo extraño, se envía una señal al proceso de expulsión aguas abajo.

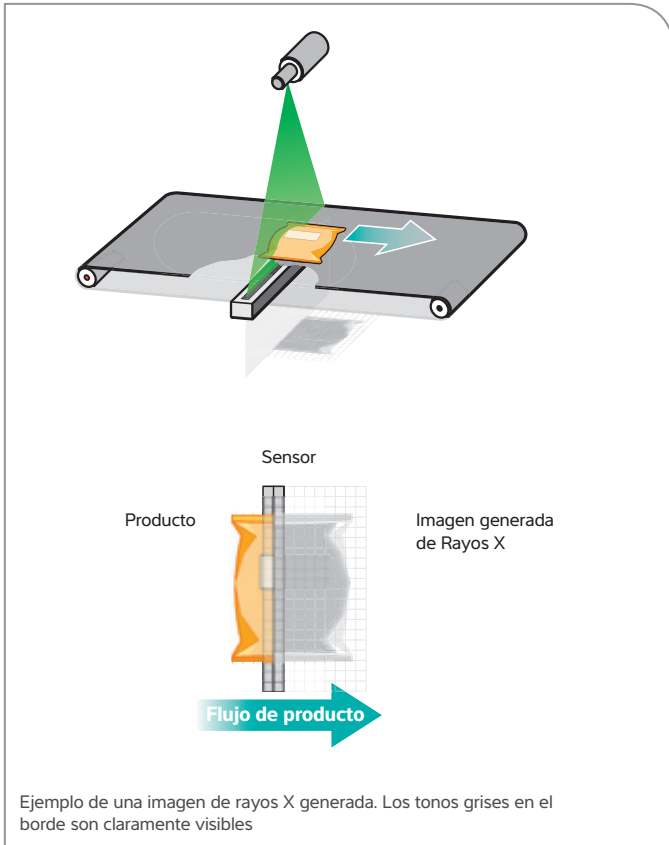
Si se utiliza el análisis de color de 8 bits, se pueden diferenciar 256 tonos de gris en cada fotodiodo del detector, por lo que el producto generalmente se muestra en un rango de escala de grises de 0 a 250.

Para garantizar la relación de aspecto correcta para la imagen, un sistema de inspección por rayos X sincroniza automáticamente la velocidad de escaneo del generador con la velocidad de la cinta transportadora. Si la velocidad del producto es variable, el sistema de inspección de rayos X debe recibir una señal externa para indicar la velocidad de la correa, p. a través de un sensor de velocidad. La velocidad de escaneo del detector se puede sincronizar con la velocidad de la correa.

Para productos complejos como latas de metal o frascos de vidrio, los sistemas avanzados tienen los parámetros adecuados que permiten la detección de cuerpos extraños incluso en las condiciones más difíciles.

Con el análisis de escala de grises, un sistema de inspección de rayos X puede usarse para más que solo detectar cuerpos extraños. El software de procesamiento de imágenes del sistema también es compatible con:

- Comprobación de la integridad
- Contaje
- Pesaje
- Verificación de nivel
- Comprobación de forma, volumen y dimensiones
- Detección de espacios huecos y rasgaduras en el producto
- Monitoreo de tendencia, p.e. para pesadoras



2.4.1 Análisis de imagen de umbral

Un valor medido se define como un umbral para el análisis de imagen de umbral. En este proceso, el valor gris de cada fotodiodo identificado durante la inspección del producto con el sistema de rayos X se compara con el umbral. Si este valor gris excede el umbral definido, se supone que la causa es un cuerpo extraño. Este es el método más simple de procesamiento de imágenes y es especialmente adecuado para productos homogéneos que producen un valor de gris consistente.

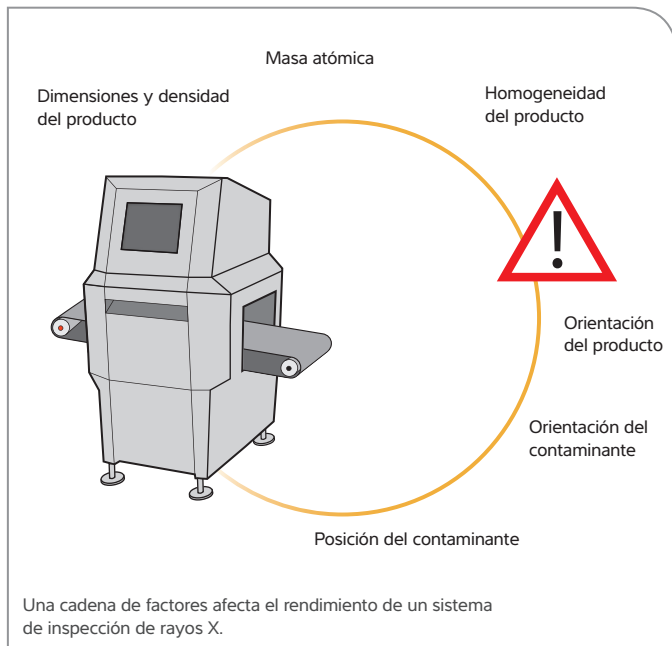
2.4.2 Análisis de imagen de Rayos X

En la inspección por rayos X, los productos no homogéneos son los más comunes. Si no se puede usar el método de umbral, el análisis de imágenes de rayos X es el método recomendado para detectar cuerpos extraños. En este proceso, cada píxel del fotodiodo se analiza y se compara con todos los píxeles que lo rodean. Se usan varios algoritmos simultáneamente para esta comparación.

3. Factores que influyen en la detección por Rayos X

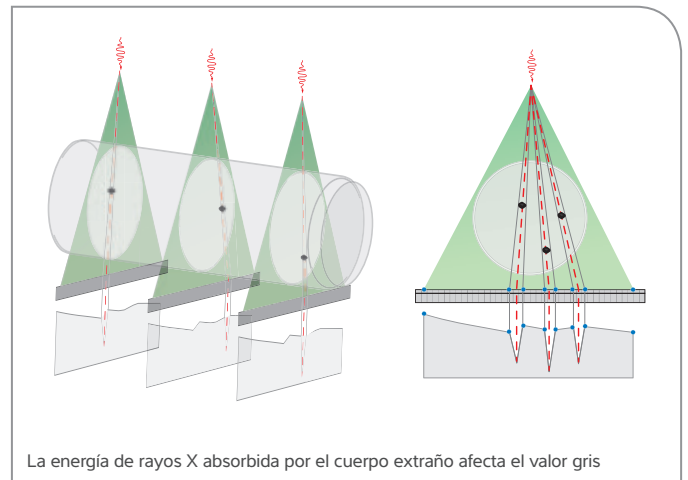
Hay una serie de factores que afectan la sensibilidad de detección de un sistema de inspección de rayos X. Muy pocos de estos pueden optimizarse, pero identificarlos ayuda a determinar los límites de lo que es factible con la inspección por rayos X.

Factores que influyen en el sistema de Rayos X



Como se explicó en los capítulos anteriores, los tres componentes principales de cada sistema de inspección de rayos X determinan un valor de gris. Cuando los rayos X llegan a un cuerpo extraño, absorben parte de la energía. La intensidad de los rayos X no absorbidos afecta el valor de gris básico. Esto nos lleva a la conclusión de que la detección de rayos X es básicamente la determinación de la densidad: cuanto mayor es la densidad del cuerpo extraño, más oscuro es el valor de gris correspondiente.

Por lo tanto, la densidad afecta la cantidad de energía de rayos X absorbida por el producto. Esta absorción se conoce como el coeficiente de atenuación lineal. La medición de la diferencia de absorción entre el producto y el cuerpo extraño constituye la base para la detección de cuerpo extraño mediante el sistema de inspección por rayos X.



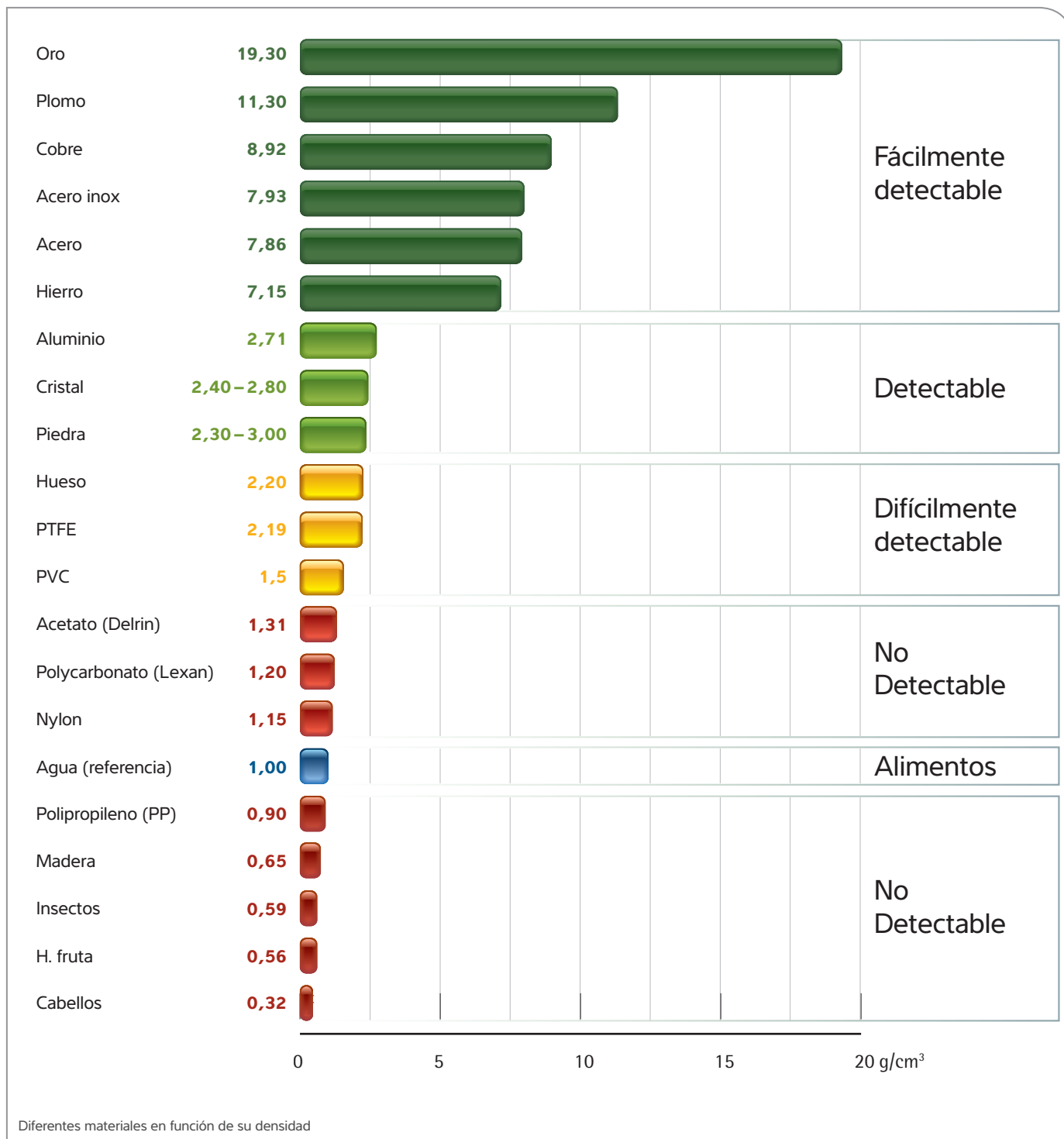
3.1 Sensibilidad de detección en la industria alimentaria

La inspección por rayos X busca cuerpos extraños que absorban una mayor cantidad de rayos X que el producto que se inspecciona. Por lo tanto, la detección de cuerpos extraños solo es posible si tienen una densidad comparativamente mayor que el producto.

Muchos alimentos se fabrican a base de agua o se basan en agua debido a su composición natural, p. frutas y vegetales. Por lo tanto, tienen una densidad similar a la del agua (1000 kg / m^3). Esto corresponde a un peso específico de 1.0 g / cm^3 . Este valor generalmente se usa como punto de referencia.

La siguiente tabla demuestra la detectabilidad de diferentes tipos de materiales. Los materiales en rojo normalmente no se pueden detectar porque su densidad es demasiado baja o virtualmente igual a la del producto. Los materiales en verde se pueden detectar debido a su mayor densidad.

La tabla está ordenada por densidad en orden descendente. Cuanto más alto en la tabla se encuentra un material, mayor es el coeficiente de atenuación y, por lo tanto, mejor se detecta este elemento en los alimentos. Esto significa que las partículas más pequeñas también son más fáciles de detectar.



Atención: al definir las sensibilidades de detección para el sistema de gestión de calidad, la densidad de los materiales se debe especificar un riesgo de acuerdo con el análisis de riesgos.

Por ejemplo, no todos los vidrios son iguales. El vidrio con plomo tiene una densidad de 3.5 - 4.8 g / cm³. Por el contrario, el vidrio de sosa-cal (también conocido como vidrio de sílice-cal-lima, el material más utilizado para envases de vidrio como botellas o jarras) tiene una densidad de 2.52 g / cm³. Obviamente, la sensibilidad de detección absoluta para estos dos tipos de vidrio es muy diferente.

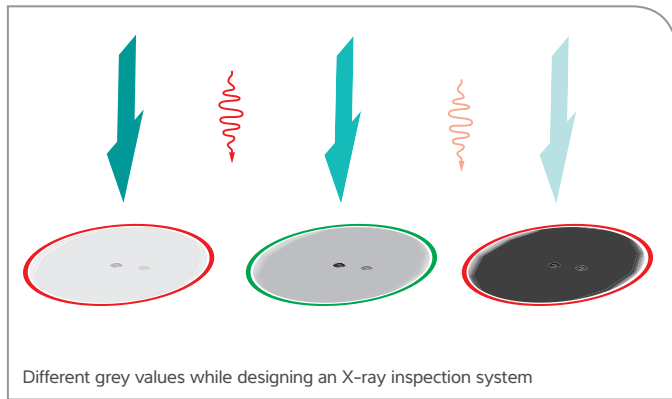
Por esta razón, es importante asegurarse de que, al definir las sensibilidades de detección de un dispositivo de inspección de rayos X, se califiquen los materiales exactos que presentan un riesgo en el entorno de producción.

Cuanto mayor sea la diferencia de la densidad del producto (del cliente) en comparación con la densidad de la contaminación, mayor será la diferencia de la escala de grises evaluada por el software de evaluación. Esto conduce a una mejor sensibilidad de detección.

3.2 Dimensión y densidad del producto

Al diseñar un dispositivo de inspección de rayos X, es importante tener en cuenta que, cuando aumenta la densidad y el grosor del producto, se requiere más energía de rayos X para penetrar en el producto. El aumento de la potencia de rayos X (kV) conduce a una disminución en el contraste causado por el cuerpo extraño, y por lo tanto a una disminución en la sensibilidad.

Cuanto más grueso es el producto, más energía de rayos X se requiere para penetrar en él, y menor es la sensibilidad del sistema.



3.3 Masa atómica

La composición química de un producto, cuerpo extraño u objeto de prueba afecta la sensibilidad general de un sistema de inspección por rayos X. Los alimentos generalmente contienen elementos químicos con una masa atómica de 16 (oxígeno) y menos. Siempre que los alimentos estén compuestos de elementos con una masa atómica inferior, el comportamiento de absorción de estos alimentos es proporcional a su densidad y grosor. Los cuerpos extraños como el vidrio y las piedras a menudo contienen trazas de elementos con una masa atómica muy alta. Estos elementos actúan como multiplicadores en la absorción de rayos X.

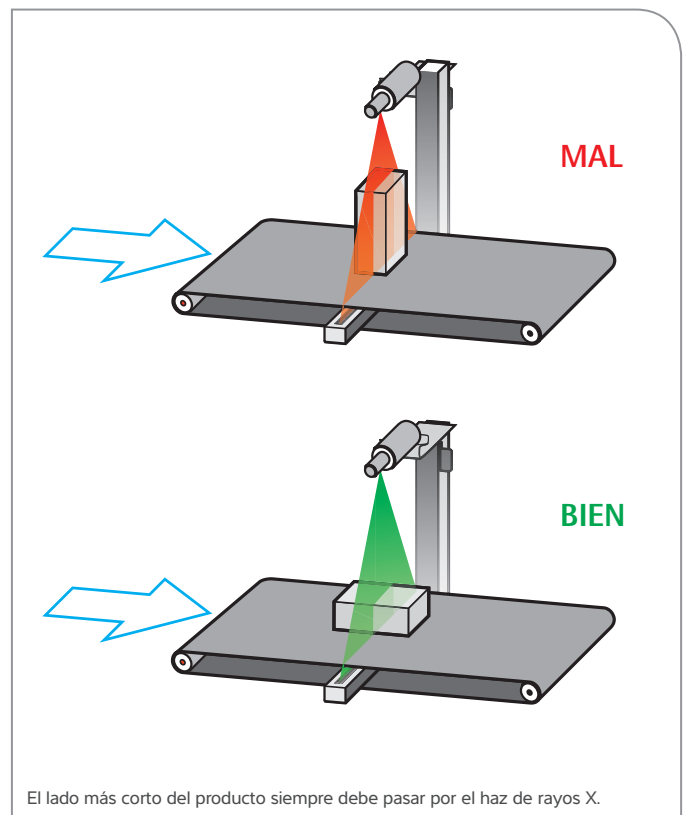
Los cambios drásticos en el contenido de sal (cloruro de sodio) también afectan la intensidad de la absorción de rayos X y la sensibilidad de detección. Este es especialmente el caso cuando un sistema de inspección por rayos X se usa simultáneamente para determinar el peso. Fuertes fluctuaciones en el contenido de sal tiene un efecto negativo en la determinación de masa usando rayos X. Sin embargo, dado que el contenido de sal de la mayoría de los productos alimenticios modernos es muy bajo y se controla cuidadosamente, esto no suele plantear un problema.

3.4 Homogeneidad del producto

La homogeneidad de un producto es un factor determinante para el cual se utiliza el método de inspección. La inspección por rayos X de productos con una estructura homogénea y embalaje es sencilla. La señal constante significa que incluso pequeños cambios en el coeficiente de atenuación se detectan fácilmente. Por el contrario, imágenes muy cargadas, como tuercas de plástico embalaje, no se puede analizar utilizando el método de umbral. En su lugar, deben examinarse utilizando un análisis completo de imágenes por rayos X.

3.5 Diferente ángulo de visión para una óptima detección

El posicionamiento del generador y el detector en el producto tiene un efecto significativo en el resultado de la detección. Lo mismo se aplica a la posición del cuerpo extraño en el producto.



Orientación del producto

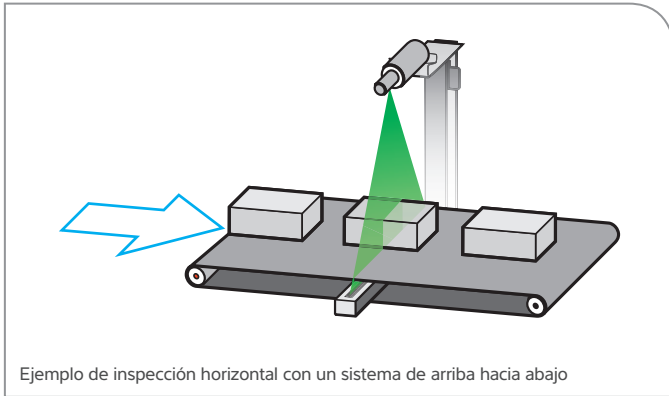
La potencia requerida por un generador depende en gran medida de la densidad del producto a inspeccionar. Cuanto mayor es la densidad del producto, mayor es la energía requerida para obtener un valor de gris óptimo en el detector. Por esta razón, el sistema de inspección siempre se configura de modo que el lado más corto del producto se extienda a través del haz de rayos X.

Se han establecido dos variantes básicas de sistemas de inspección por rayos X.

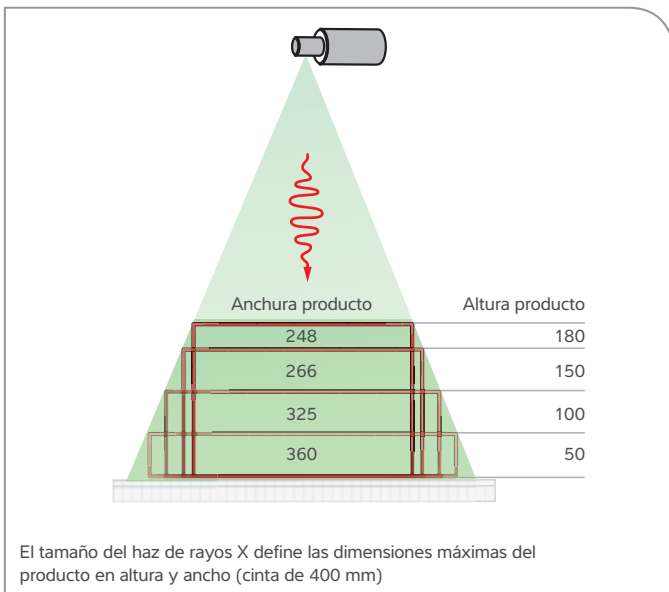
- Sistema arriba-abajo (inspección horizontal)
- Sistema lateral (inspección vertical)

3.5.1 Inspección horizontal del producto

El sistema de arriba a abajo es el sistema más comúnmente utilizado en la inspección de rayos X de los alimentos. Los sistemas de inspección por rayos X generalmente se encuentran al final de la línea de embalaje e inspeccionan los paquetes individuales que se encuentran planos. Debido a que el producto tiene un grosor menor cuando el empaque es plano, lo que permite una mejor sensibilidad de detección, la inspección vertical es el método más adecuado en este caso. En general, el sistema de inspección de rayos X en este punto de la línea de empaquetado tiene una cinta transportadora separada y un sistema de eyección integrado.

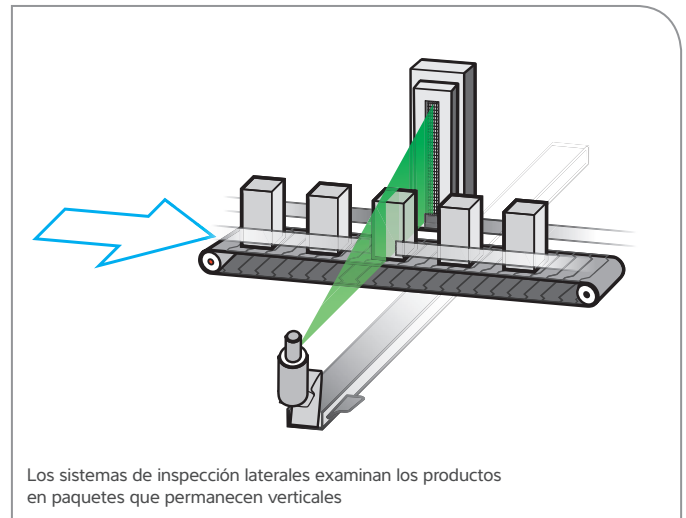


El ancho y la profundidad máximos del producto a inspeccionar determinan el tamaño del haz de rayos X, y a su vez determina el tamaño de la abertura y el ancho de escaneo de la máquina. Para generar un haz triangular ancho para productos empaquetados más grandes (más anchos o más profundos), la distancia focal (distancia entre la abertura del generador de rayos X y la superficie del detector de imágenes) debe aumentarse. Los sistemas con una viga vertical y una cinta transportadora integrada están disponibles en diferentes anchos. Estos sistemas son adecuados para una serie de aplicaciones, desde productos extremadamente pequeños hasta contenedores de lotes más grandes. El mismo enfoque se usa para productos a granel.

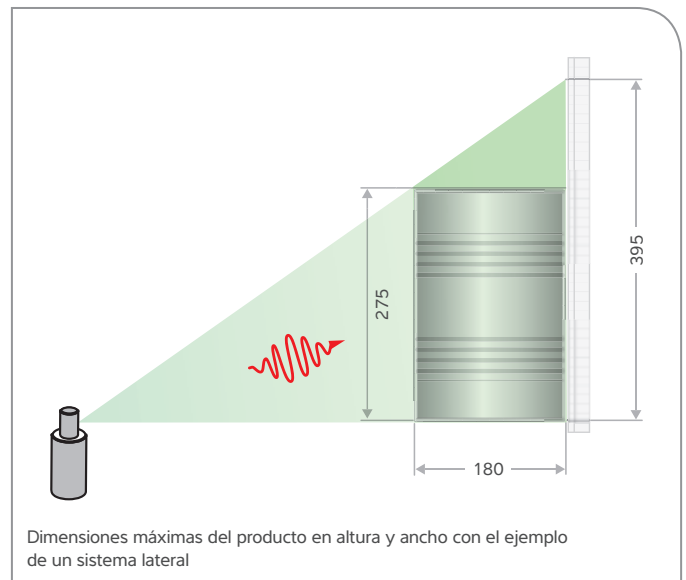


3.5.2 Inspección vertical – Un solo haz

Los sistemas de inspección por rayos X lateral se utilizan para productos empacados que son más altos que anchos. El mismo principio se aplica aquí: el producto debe pasar por el haz de rayos X con su lado más plano hacia la viga.



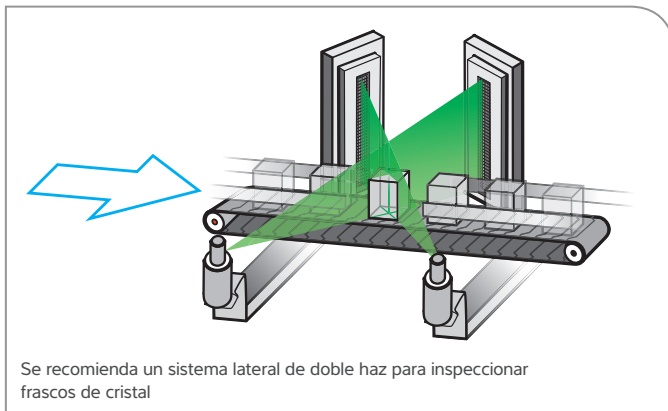
Un sistema de inspección por rayos X lateral tiene un generador de rayos X que escanea el producto en paralelo a la superficie y perpendicular a la dirección de transporte de la cinta transportadora. La ventaja de estos sistemas es que una cinta transportadora existente puede reutilizarse porque no entra en el rango de detección del haz de rayos X. No son necesarias transiciones adicionales entre la cinta transportadora y el accionamiento. Esto también simplifica la instalación y la integración en una línea de envasado existente.



Los productos tales como latas de metal o botellas de plástico a menudo tienen formas complejas de embalaje. La alta densidad del material afecta la sensibilidad de detección. 'Enseñar' estos tipos de productos en el software a menudo se considera una tarea complicada. En este caso, se utilizan filtros de software dinámicos que, si bien requieren una serie de parámetros para un uso óptimo, optimizan el rendimiento de detección y minimizan el número de expulsiones erróneas desde la línea. Sin embargo, incluso cuando se usan algoritmos complejos, tener un ángulo de visión adicional puede ser beneficioso.

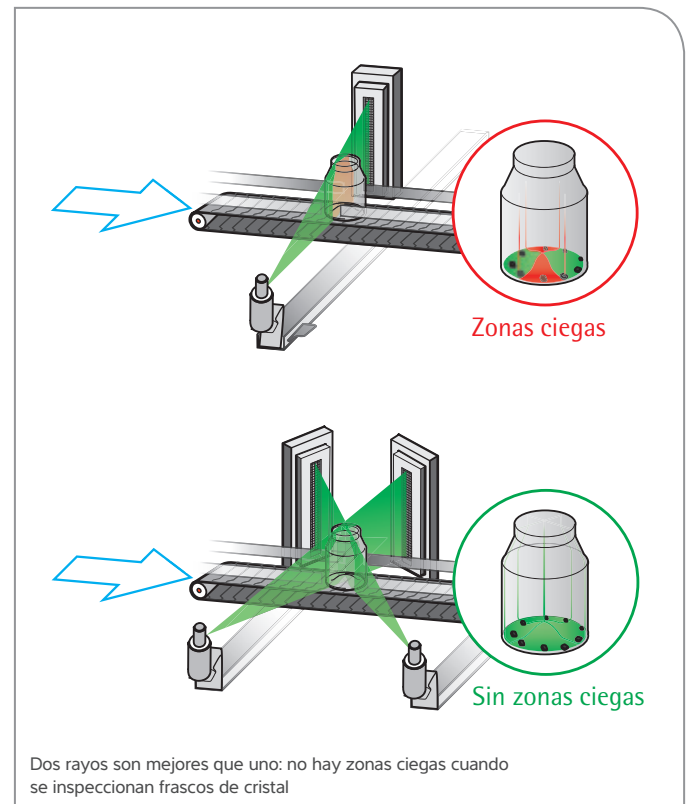
3.5.3 Inspección vertical-Doble haz

Los frascos de cristal y las botellas probablemente representen el mayor desafío en la inspección con rayos X, especialmente porque los cuerpos extraños de vidrio son los contaminantes más probables que ocurren.



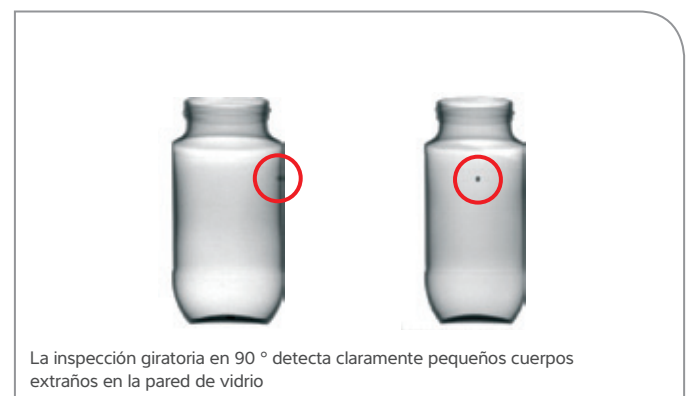
Además del empaque, el producto en sí también afecta la inspección del vidrio en el vidrio. Estos productos son a menudo líquidos / viscosos, que pueden afectar cualquier cuerpo extraño en ellos. Mientras que los cuerpos extraños se hunden en el fondo de la botella o frasco en productos líquidos delgados, los cuerpos extraños en la mermelada, por ejemplo, a menudo se encuentran directamente debajo de la tapa del frasco. Tanto la tapa inferior como la superior de un recipiente de vidrio son especialmente difíciles de examinar con un sistema de inspección de rayos X porque las mayores fluctuaciones en la señal ocurren en estos puntos. Los sistemas con un solo haz de rayos X a menudo alcanzan sus límites aquí. La siguiente figura muestra una reducción drástica en la sensibilidad de detección frente y detrás del fondo elevado de un frasco de vidrio.

La solución a este problema es un sistema patentado en el que se coloca un haz de rayos X adicional en una posición compensada en 90 ° y se utiliza un segundo detector. Este 'disparador lateral de doble haz' permite una inspección completa del fondo levantado de un frasco de vidrio, lo que garantiza la máxima fiabilidad cuando se detectan cuerpos extraños..



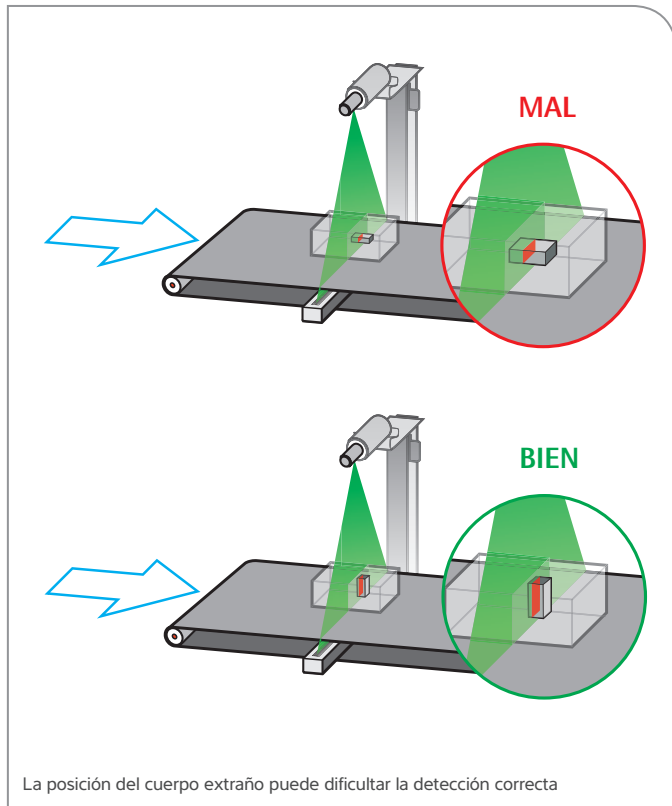
Un sistema de inspección por rayos X con inspección lateral de doble haz no solo mejora la inspección del fondo elevado de los frascos, sino también la inspección a lo largo de la pared de vidrio.

Pequeños cuerpos extraños que entran directamente en contacto con la pared de vidrio se enfocan de repente en el software de procesamiento de imágenes cuando la inspección gira 90 ° y se identifican de manera más correcta como cuerpos extraños.



3.6 Orientación de los cuerpos extraños

El capítulo sobre la orientación del producto mostró en detalle la medida en que la posición del producto puede afectar el resultado de la inspección. Lo mismo se aplica a la posición del cuerpo extraño.



Un cuerpo extraño se diferencia mejor del producto cuando absorbe tanta energía de rayos X como sea posible. Sin embargo, puede colocarse un cuerpo extraño de metal muy delgado frente al haz de rayos X, generando solo un coeficiente de atenuación muy bajo. La detección de este cuerpo extraño es más difícil como resultado. Una posición paralela al haz de rayos X sería beneficioso ya que esto daría como resultado la mayor absorción posible de la energía de rayos X.

Con el empaquetado vertical, la tecnología de doble haz nuevamente puede resultar útil, ya que la inspección del cuerpo extraño se gira 90 ° para permitir una mejor detección.



3.7 Posición de los cuerpos extraños

3.7.1 Cuerpos extraños sobre el producto

Si el cuerpo extraño está en el exterior y no en el interior del producto, ninguna parte del producto se desplaza o reemplaza por la contaminación. Esto significa un mayor coeficiente de atenuación y una mejor sensibilidad de detección.

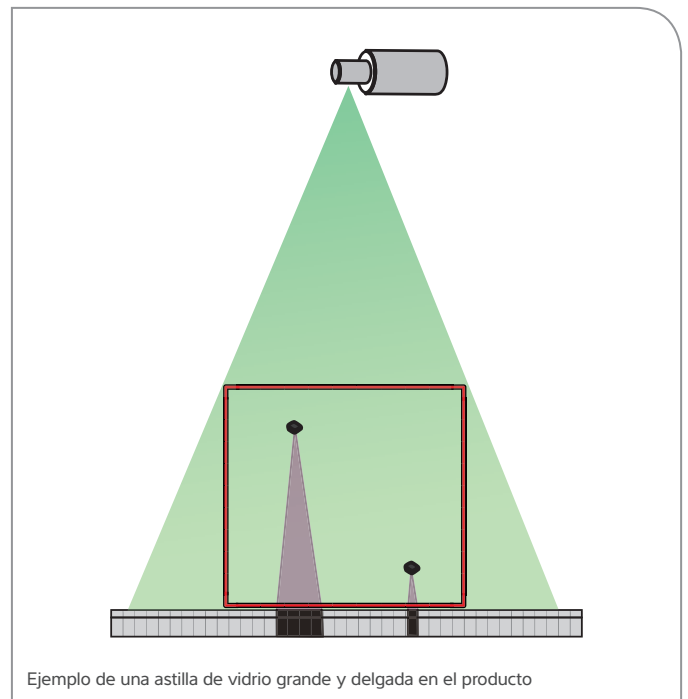
Con cuerpos extraños de mayor densidad como hierro o acero inoxidable, una diferencia en la posición del cuerpo extraño es de poca relevancia. La influencia en el resultado de detección es mucho mayor con cuerpos extraños de menor densidad.

Un cuerpo extraño de plástico, por ejemplo, tiene una densidad media. Si este cuerpo extraño se encuentra en un producto de densidad media (como el queso), es muy probable que se detecte. Por el contrario, si el cuerpo extraño está dentro del producto, a veces pasará desapercibido.

Cuerpos extraños en el producto

Si un cuerpo extraño pasa muy cerca del generador, se forma una 'sombra' detrás del cuerpo extraño, que se proyecta sobre un área más grande en el detector y se ve afectada por sombras secundarias. La imagen del cuerpo extraño es borrosa y puede no detectarse en algunos casos.

El mismo cuerpo extraño que pasa directamente delante del detector genera una sombra aguda de alto contraste que facilita la detección.



Las pruebas muestran que la posición efectiva del cuerpo extraño tiene poca o ninguna influencia en el resultado de la detección. La gran cantidad de variables posibles, como la profundidad del producto, la composición, el tipo de embalaje, el tamaño de los diodos, la distancia focal y la resistencia a los rayos X, no permite hacer generalizaciones.

4. Mantenimiento y reparación de un equipo de Rayos X

Cuando se trata de sistemas de inspección por rayos X, debe hacerse una distinción entre “servicio” y “reparación en caso de defecto”. El mantenimiento es un procedimiento programado que depende del desgaste de la unidad y se puede realizar de manera eficiente durante los tiempos de inactividad a través de inspecciones visuales regulares. La reparación de un defecto imprevisto implica el cierre inmediato de la línea de producción.

4.1 Mantenimiento de Rayos X

Los siguientes criterios son relevantes, según el tipo de dispositivo, al realizar el mantenimiento de los sistemas de inspección por rayos X:

Mantenimiento diario

- Comprobar los sensores de las barreras de luz. Limpiarlos
- Comprobar sistema refrigeración y si el aire sale fresco
- Comprobar desgaste de las cortinas
- Comprobar la radiación emitida al exterior
- Verificar los posibles mensajes de alerta del sistema

Mantenimiento semanal

- Comprobar los dispositivos de seguridad, como el paro de emergencia y los interruptores de protección

Mantenimiento mensual

- *Comprobar los cojinetes de los rodillos*
- *Comprobar la unidad de transporte (motor en particular)*
- *Comprobar la cinta transportadora*
- *Comprobar el expulsor de productos contaminados*
- *Comprobar los filtros del sistema de refrigeración (mas amenudo en ambientes polvorientos)*

Mantenimiento anual

- Inspección anual por el técnico de servicio del fabricante

Se debe realizar una inspección de los objetos de prueba utilizados (por ejemplo, bolas de prueba) y los intervalos de prueba a través del análisis de peligros. Las posibles causas de los defectos incluyen aplastamiento de las piezas de prueba, daños mecánicos o manipulación.

4.2 Repuestos recomendados

La administración profesional de piezas de repuesto puede minimizar los tiempos de inactividad durante la producción. Reduce efectivamente el período de adquisición de piezas de repuesto cuando se necesitan con urgencia. Los tiempos de inactividad representan un enorme revés para la eficacia de la línea, especialmente en un punto de control crítico.

Elegir un proveedor con una red internacional y tiempos de entrega rápidos asegura respuestas rápidas, pero mantener una reserva de piezas de reemplazo críticas en la línea de producción es la solución más rápida para el personal de mantenimiento. Las piezas de repuesto originales son esenciales para mantener el rendimiento y la usabilidad de los sistemas de inspección por rayos X en uso. Este es particularmente el caso de las piezas de repuesto que afectan el rendimiento de detección.

En comparación con los sistemas de inspección por rayos X, los componentes específicos de detección de detectores de metales no se desgastan, por lo que no es necesario guardar piezas de repuesto en este caso.

Sin embargo, las cintas transportadoras, los rodamientos de bolas y otros elementos se usan y deben considerarse de acuerdo con las necesidades individuales de cada cliente y cada aplicación.

Los componentes específicos de detección de los sistemas de inspección por rayos X están sujetos a desgaste. Los elementos son sensibles y el mantenimiento es más complejo. Los generadores en particular son los componentes centrales que más cuestan reemplazar. La sustitución de estos componentes debe ser realizada por personal capacitado.

5. Sistemas de rechazo en un equipo de Rayos X

Dependiendo del resultado del análisis de riesgos dentro del concepto HACCP, los sistemas de inspección por rayos X se utilizan dentro de la línea de producción o al final de una línea de producción. Es inevitable que algunos productos no cumplan con los requisitos de seguridad, por lo que los riesgos deben detectarse a través de los puntos críticos de control.

Si un producto tiene un defecto, debe separarse de la producción mediante un proceso de expulsión. Las diferentes formas de separación del producto se mostrarán y explicarán en detalle a continuación. Los sistemas de eyección a menudo son una parte integral del sistema de inspección de rayos X, pero las soluciones mecánicas autónomas o independientes no son infrecuentes.

5.1 Clasificación manual de productos contaminados con paro de cinta y alarma

Los sistemas de inspección por rayos X permiten la activación de una lámpara de señal y un emisor de señal acústica, así como la activación de una parada de la cinta. El usuario ahora es responsable de eliminar el producto del proceso de producción. Esta solución se utiliza en particular para productos muy pesados para los que la separación automática sería complicada.

Las desventajas clave de este enfoque en comparación con las unidades de eyección automática que se enumeran a continuación son el riesgo de que el operador actúe incorrectamente (error humano) y la reducción de la eficiencia general del sistema.

5.2 Sistemas de rechazo automático

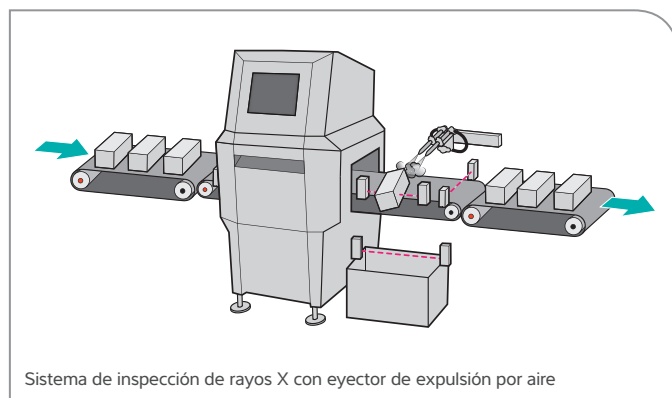
Varios tipos de sistemas de eyección están disponibles. La elección del sistema correcto depende de numerosos factores, como el tipo de entorno, la velocidad de la cinta, el peso del producto y el tamaño del producto.

Rechazador por aire

La boquilla de aire comprimido simple de un expulsor de impulsos es la solución ideal para alimentos envasados por debajo de 500 g, por ejemplo. También se pueden usar boquillas de aire comprimido más fuertes para productos más pesados.

Este sistema de eyección consiste en una boquilla de aire comprimido que emite un pulso de aire a alta presión. El flujo de aire que esto crea sopla el producto contaminado fuera de la cinta transportadora.

Si esta solución es viable o no depende en gran medida de la resistencia del aire del producto. La distribución del producto dentro del empaque también tiene una influencia y requiere disponibilidad constante de aire comprimido.



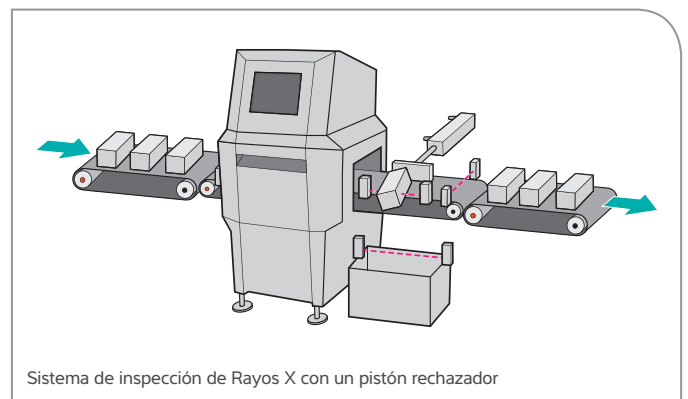
5.2.1 Pistón rechazador

Los empujadores pueden usarse para una variedad de productos. Consisten en un cilindro de aire comprimido y una placa. Durante la separación, se usa aire comprimido para extender la placa, lo que empuja al producto desde la cinta transportadora. Este separador es adecuado para productos ligeros de hasta 7 kg.

Para productos muy planos, existe el riesgo de aplastar el producto debajo de la placa de empuje. Por esta razón, es una buena idea colocar un cepillo debajo de la placa de empuje al inspeccionar productos planos.

Empujadores para cargas pesadas están disponibles. Estos generan fuerzas muy fuertes, que deben considerarse en la estructura y en la seguridad de la máquina.

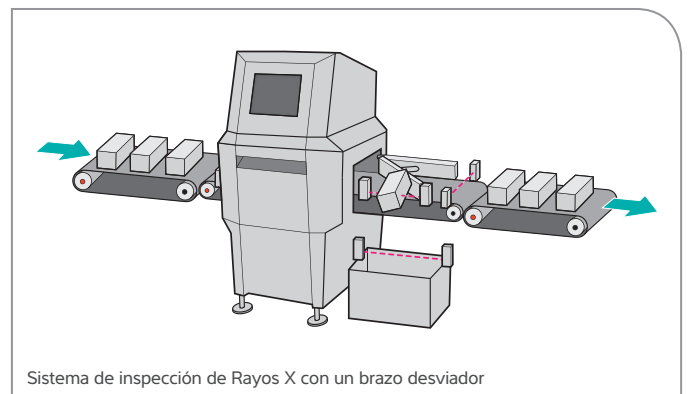
Para una separación exitosa, es importante que el empujador se encuentre en la mitad del producto y que el producto no absorba el impacto al pandearse. Esto puede dañar los productos.



5.2.2 Brazo desviador

Un brazo giratorio puede desviar cuidadosamente el flujo de producto de los productos. Es particularmente útil en comparación con los eyectores o empujadores de expulsión de impulsos en el caso de productos frágiles. En este caso, también es una buena idea usar un pincel para productos planos.

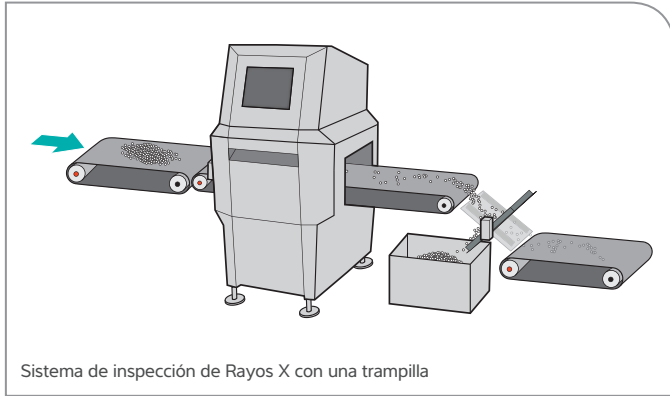
El dispositivo de eyección también se usa en combinación con transportadores de rodillos por gravedad. En este caso, el producto generalmente no se daña en su posición original y no se vuelca como en un contenedor de recolección. Las cintas transportadoras de baja fricción son beneficiosas aquí para que el producto pueda moverse a través de la correa sin mucha resistencia.



5.2.3 Flip/flap o trampilla

Para un flip/flap o trampilla, debe haber una diferencia de altura en la línea de producción, que está unida por una pendiente en el sistema de correas. El punto de pivote puede variar según la aplicación.

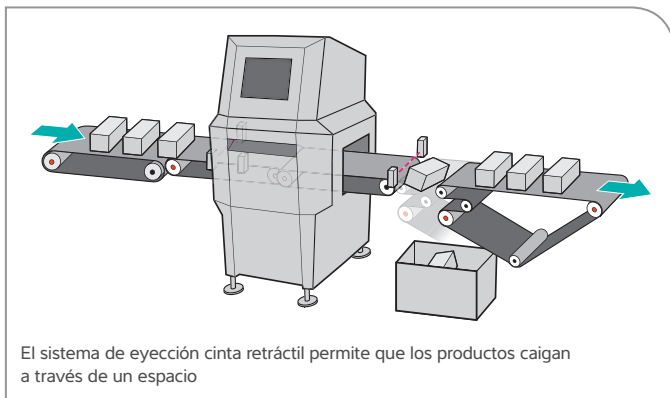
Este tipo de expulsión es adecuado para productos individuales pequeños, no ordenados o productos a granel no embalados (secos o pegajosos) que se transportan en un sistema de banda plana, ancha o curva.



Sistema de inspección de Rayos X con una trampilla

5.2.4 Cinta retráctil

El tensor en el extremo de la cinta transportadora se retrae en un transportador telescópico, lo que crea un espacio en la cinta transportadora a través del cual puede caer el producto. Tan pronto como se completa el proceso de separación, el tensor vuelve a su posición original y cierra el espacio en la cinta transportadora. Particularmente adecuado para aplicaciones de producto continuo.

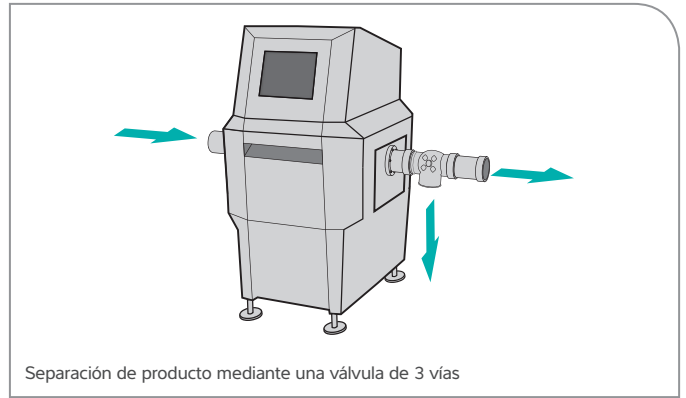


El sistema de eyección cinta retráctil permite que los productos caigan a través de un espacio

5.2.5 Rechazos para productos a granel/tubería

Un producto contaminado que es transportado por una bomba debe ser expulsado a través de una válvula de 3 vías.

En este caso, es importante asegurarse de que la válvula desvíe el producto al flujo de eyección ("flujo de producto defectuoso") en la medida de lo posible según sea necesario hasta que se garantice un área completamente vacía entre el sistema de inspección por rayos X y el separador.



Separación de producto mediante una válvula de 3 vías

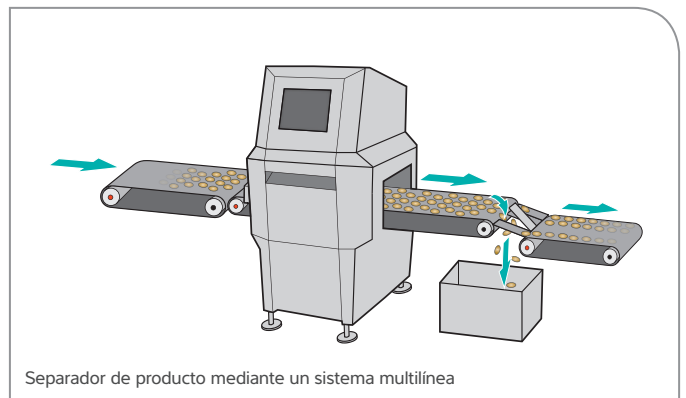
5.2.6 Sistemas de rechazo multilínea

En una aplicación de varios carriles en una sola cinta transportadora, un eyector multi-segmento tiene grandes ventajas sobre una solución de eyección telescópica o de aleta / trampilla.

Un transportador telescópico puede aplastar un producto cuando el cinturón vuelve a su posición original. Esto puede conducir a una falla donde la brecha no está completamente cerrada. El riesgo de pérdida del producto es relativamente alto en este caso, ya que varios productos son expulsados por error de la línea de producción.

La detección de posición precisa mediante dispositivos de inspección por rayos X permite controlar el desvío de productos hacia el mal flujo en cada carril individual.

A menudo se usa un contenedor de recolección para capturar los productos. Es esencial asegurarse de que este contenedor esté protegido contra el acceso por personal no autorizado.



Separador de producto mediante un sistema multilínea



Hacemos más segura
la vida cotidiana

Minebea Intec Aachen GmbH & Co. KG | Am Gut Wolf 11 | 52070 Aachen, Alemania
Teléfono +49.241.1827.0 | Fax +49.241.1827.210 | Correo electrónico info@minebea-intec.com

Rev. 04.2018



www.minebea-intec.com



Minebea
intec
The true measure